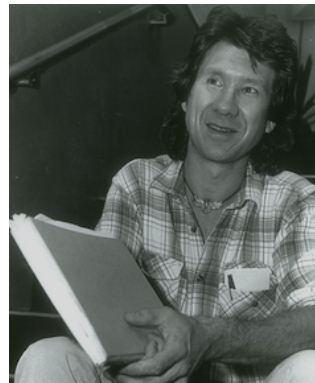
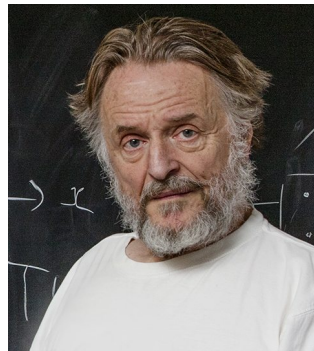


## Celulární automaty



# 1 Základní myšlenka

S teorií Celululárních automatů přišel ve 40. letech John von Neumann, který se snažil navrhnout stroj, který by byl schopen vyrábět kopie sebe samého a také opravovat případné chyby. Tento princip je zcela klíčový pro vývoj zcela autonomních robotů. John von Neumann spolupracoval se Stanislawem Ulamem. Společně rozdělili prostor na jednotlivé buňky, přičemž každá buňka je na začátku charakterizována počátečním stavem. Tento stav se mění po jednotlivých krocích závisle na buňkách v okolí podle předem daných pravidel. Celulární automaty se používají pro modelování fyzikálních či biologických systémů. Mezi nejslavnější celulární automaty patří Langtonův mravenec a Conwayova hra života.

## 2 Langtonův mravenec

Roku 1985 přišel biolog Christopher Langton s myšlenkou jednoduché hry pracující na čtvercové černobílé mřížce. Langtonův mravenec, jak tuto hru nazval, se řídil jednoduchými pravidly: Pokud je mravenec na bílém poli, zahne doprava a políčko za ním změni barvu na černou a pokud je mravenec na černém poli zahne doleva a změni barvu na bílou.

### 2.1 Průběh

Z počátku mravenec tvoří pravidelné a symetrické struktury.



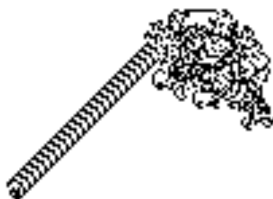
Po zhruba 350 krocích symetrii opouští a po dlouhou dobu tvoří mravenec zdánlivě chaotické struktury.



Po cca 10 000 krocích se mravenec zacyklí v cyklu 104 kroků, které neustále opakuje a vytváří útvar kterému se říká "dálnice".



U kroku 15 000 vidíme že dálnice se tvoří až do nekonečna.

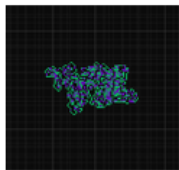


## 2.2 Možné alterace

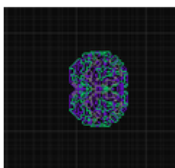
S postupem času se začalo s Langtonovým mravencem experimentovat. Těmto novým mravencům se říká Turmité. Ti se přesně nedrží pravidel Původního Langtovova mravence a mohou mít i jiné vlastnosti.

Mohou vzniknout například pomocí přidávání dalších barev:

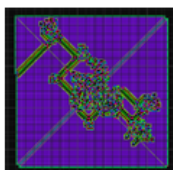
Příklady Langtonova mravence rozšířené o další barvy:



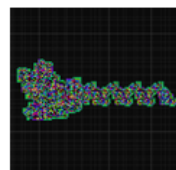
PLP: Roste chaoticky.  
Neví se, jestli tento  
mravenec někdy  
dosáhne dálnice.



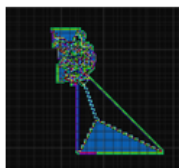
LLPP: Roste  
symetricky.



LPPPPLLP: Vyplňuje  
okolí kolem sebe do  
čtverce.



LLPPPLPLLLP:  
Vytváří stočenou  
dálnici.



PPLLLPLLLPPP:  
Vytváří trojúhelníkový  
tvar který roste a  
pohybuje se.

nebo pomocí úprav vnitřních pravidel (Například jiné zatáčení na jednotlivých polích stejné barvy):

Příklady turmitů:



Růst do spirály.



Polochaotický růst.



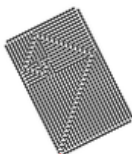
Vytvoření dálnice po delší době chaotického růstu.



Chaotický růst s výrazným vzorem.



Růst s výrazným vzorem uvnitř rozrůstajícího se rámu.



Vytváření Fibonacciho spirály.

### 3 Conwayova hra života

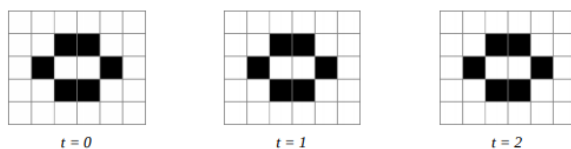
Hru života vymyslel britský matematik John Horton Conway v roce 1970. V jejím průběhu vznikají a zanikají tvary které dělíme do různých kategorií. Hra se skládá z buněk, které jsou buď prázdné (mrtvé) nebo plné (živé). Život každé buňky se řídí podle čtyř jednoduchých pravidel. Každá živá buňka s méně než dvěma živými sousedy zemře. Každá živá buňka se dvěma nebo třemi živými sousedy zůstává žít. Každá živá buňka s více než třemi živými sousedy zemře. Každá mrtvá buňka s právě třemi živými sousedy oživne. Tomuto systému se říká S23/B3 (Survive 2/3, Birth 3).

### 3.1 Struktura hry

Díky těmto pravidlům vznikají v Conwayově hře obrazce dělicí se do několika základních skupin:

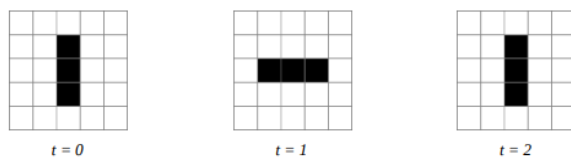
#### 1. Stojící život

Sestavení buněk, které se nemění (buněk v něm ani neumírají ale ani nevznikají nové) a které je stále na jednom místě.



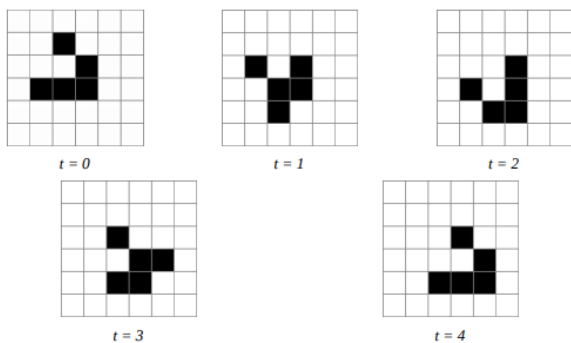
#### 2. Oscilátor

Sestava buněk, která se po určité periodě vrátí do svého původního tvaru. Perioda se může pohybovat od 2 až do několika tisíců.



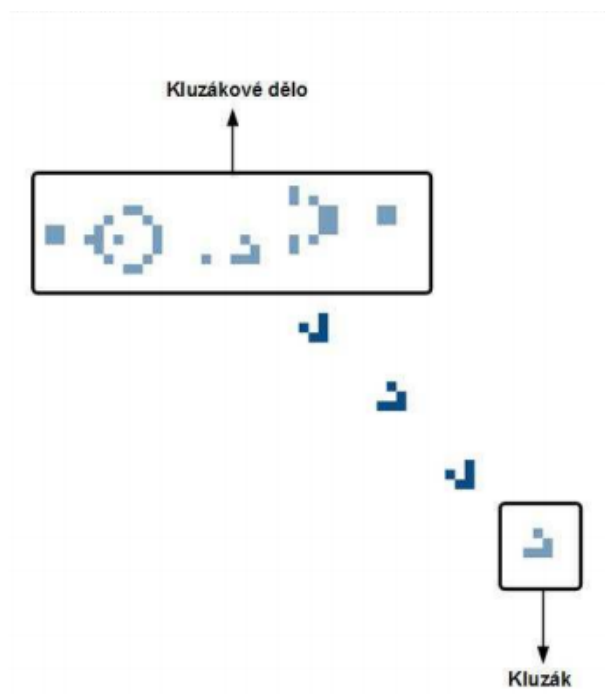
#### 3. Letoun

Soustava buněk, která se po určitém počtu generací znovu objeví ale na jiném místě. (Na obrázku zobrazený letoun zvaný kluzák)



## 3.2 Zajímavosti

Z počátku Conway nevěřil, že existuje soustava, která může růst do nekonečna. Z jeho omylu ho jako první vyvedl Ralph William Gosper který vytvořil sestavu nazývanou Gosper glider gun, která každých 30 generací vytvořila jeden letoun.



Schémata založena na Conwayově hře života:  
I když má Conwayova hra života pevně danou strukturu S23/B3 je možné zadat jakýkoliv paramter.

Například S1357/B1357 kde je každý vzor jednou nahrazen několikanásobnými kopiemi sebe sama

nebo S12345/B3 který tvoří vzory podobné bludišti

## Zdroje:

Přednášky

[Wikipedie](#)

[Wikipedie](#)

[ČVUT](#)